

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. November 2005 (03.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/104259 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 51/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051623

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2005 (13.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 019 643.5 22. April 2004 (22.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUCHHAUSER,
Dirk** [DE/DE]; Marterstrasse 2, 96135 Stegaurach (DE).
HENSELER, Debora [DE/DE]; Am Färberhof 13,
91052 Erlangen (DE). **HEUSER, Karsten** [DE/DE];
Georg-Frank-Str. 17, 91056 Erlangen (DE). **HUNZE,
Arvid** [DE/DE]; Heinrich Kirchner Str. 32 /App. 62,

91056 Erlangen (DE). **PÄTZOLD, Ralph** [DE/DE];
Immelmannstr. 5, 91154 Roth (DE). **SARFERT, Wiebke**
[DE/DE]; Am Gemeindeweiher 4, 91074 Herzogenaurach
(DE). **TSCHAMBER, Carsten** [DE/DE]; Goethestrasse
25, 91054 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

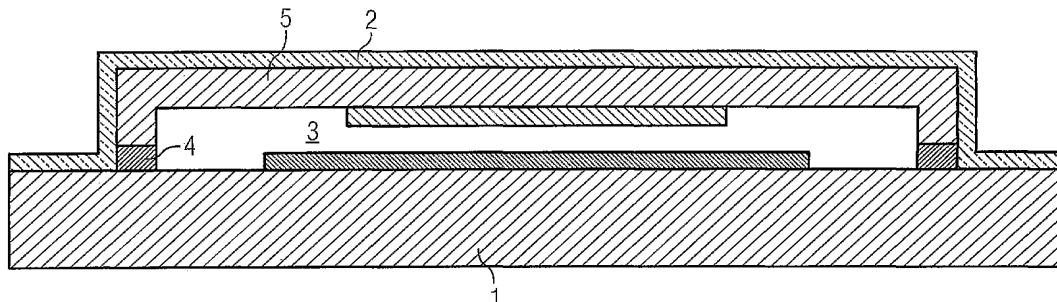
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ENCAPSULATION FOR AN ORGANIC ELECTRONIC COMPONENT, ITS PRODUCTION PROCESS AND ITS
USE

(54) Bezeichnung: VERKAPSELUNG FÜR EIN ORGANISCHES ELEKTRONISCHES BAUTEIL, HERSTELLUNGSVERFAH-
REN DAZU, SOWIE VERWENDUNG



(57) Abstract: A high-density encapsulation which outdoes by far the previously known encapsulation techniques is obtained for the first time, thanks to the invention, because weak points of the encapsulation, such as the transition from the encapsulation to the substrate, or the entire electronic component are covered with a protective film.

(57) Zusammenfassung: Durch die Erfindung wird erstmals eine Verkapselung mit hoher Dichte offenbart, die die bisher bekannten Techniken der Verkapselung um weites übertreffen, weil eine Schwachstelle der Verkapselung wie beispielsweise der Übergang von der Kapsel auf das Substrat oder das gesamte elektronische Bauteil mit einem Schutzfilm überzogen wird.

WO 2005/104259 A2



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verkapselung für ein organisches elektronisches Bauteil, Her-
stellungsverfahren dazu, sowie Verwendung

5

Die Erfindung betrifft eine Verkapselung für ein organisches
elektronisches Bauteil nach einer hinsichtlich ihrer Dichtig-
keit verbesserten Technik, sowie ein Herstellungsverfahren
und Verwendungen dazu.

10

Bekannt sind organische elektronische Bauteile wie beispiels-
weise Polymerchips, organische Photovoltaik und/oder organi-
sche Leuchtdioden. All diese organischen elektronischen Bau-
elemente umfassen zumindest eine organische aktive Schicht,
15 wobei das Material einer solchen Schicht oder die weiteren im
Schichtaufbau befindlichen Materialien in der Regel oxidati-
onsempfindlich und/oder Feuchte-empfindlich sind, so dass das
elektronische Bauteil insgesamt in der Regel gegen Umweltein-
flüsse geschützt werden muss.

20

Bei der wirtschaftlichen Umsetzung der gesamten organischen
Elektronik ist die Lebensdauer des Bauteils, bestimmt durch
die Stabilität der organischen aktiven Schicht(en) einer der
ausschlaggebenden Faktoren. Das Problem dabei ist, dass bis-
25 lang noch keine Technik gefunden wurde, durch die eine orga-
nische Leuchtdiode beispielsweise so vor Umwelteinflüssen ge-
schützt werden könnte, dass die Funktionalität des organi-
schen Bauelements für 3 oder mehr Jahre stabil bleiben.

30 Momentan wird regelmäßig ein organisches elektronisches Bau-
teil durch eine Verkapselung, wobei eine Glas- oder Metall-
kappe über das Bauteil gestülpt und auf dem Substrat befes-
tigt wird, vor Luft und Feuchtigkeit geschützt. Die Verkapse-
lung bewahrt das Bauteil auch gleichzeitig vor mechanischen
35 Schäden und auf der Innenseite der Kapsel kann noch zusätz-
lich Trocknungsmittel/Antioxidans etc. befestigt werden.

Nachteilig an dem Verfahren mit der Verkapselung ist aber, dass an der Materialgrenze zwischen dem Substrat, dem verbindenden Klebstoff und der Kapsel eine Diffusion der Luftfeuchtigkeit und des Sauerstoffs stattfindet, die dann doch die
5 Dichtigkeit der Konstruktion stark beeinflusst und insbesondere die Lebensdauer des Bauteils stark herabsetzt.

Dafür wird neuerdings, wie in der US 2003/0143423 eine Verkapselung mit zweifacher Verklebung "rim coating" vorgeschlagen, wobei eine erste, bevorzugt innere Verklebung die Kapsel
10 möglichst gut an das Substrat fixiert und eine zweite, bevorzugt äußere Verklebung das Durchdringen von Feuchtigkeit und Sauerstoff möglichst verhindert. Nachteilig an diesen Verkapselungen ist wiederum, dass sich eine Diffusionsstraße entlang der Materialgrenzen der verschiedenen Materialien (Substrat, Kleber, Verkapselung) bildet, durch die letztendlich
15 wiederum keine optimale Dichtigkeit der Verkapselung ergibt, sondern vielmehr immer noch Schädigung des Bauteils durch Umwelteinflüsse stattfindet. Im Besonderen kann dabei die
20 Sperrwirkung des Gesamtaufbaus durch die Diffusion entlang der Materialgrenzen bestimmt sein und damit höher als die Diffusion durch das Volumen des Klebstoffes.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Verkapselung für ein organisches elektronisches Bauteil zur Verfügung zu stellen, die mechanischen Schutz und optimale Dichtigkeit gegenüber schädigenden Umwelteinflüssen wie Luftfeuchtigkeit und/oder Sauerstoff bietet.

30 Gegenstand der Erfindung ist daher eine Verkapselung für ein elektronisches organisches Bauteil, dadurch gekennzeichnet, dass das verkapselte Bauteil zumindest teilweise mit einem Schutzfilm überzogen ist. Weiterhin ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Verkapselung, die
35 mit einem Schutzfilm überzogen ist und schließlich ist die Verwendung einer Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Schutz von organischen elektronischen Bauteilen,

wie organischen Leuchtdioden, Polymerchips und/oder organischen photovoltaischen und/oder elektrochromen Elementen und/oder Displayanwendungen auf organischer Basis Gegenstand der Erfindung.

5

Durch die Verkapselung wird erreicht, dass das Bauteil gegen mechanische Schäden geschützt wird, wobei durch den zumindest teilweisen Überzug mit einem Schutzfilm eine erhöhte Dichtigkeit gegenüber Feuchte und Sauerstoff erreicht wird.

10

Als Verkapselung wird ein formstabiler Überzug über dem organischen elektronischen Bauteil bezeichnet, wobei der formstabile Überzug als fertige Kapsel, beispielsweise aus Metall und/oder Glas dem Bauteil übergestülpt wird, auf dem Substrat in der Regel aufsitzt oder bündig abschließt und dann mit ihm verklebt wird. Denkbar ist auch eine Version der Kapsel aus vernetzendem Kunststoff, wobei der Kunststoff in plastisch verformbarer Modifikation aufgebracht wird und seine Formstabilität durch nachfolgende Härtung erreicht. In dem Fall, dass die Kapsel aus einem Kunststoff gefertigt wird, können durch Zugabe geeigneter Füllstoffe verschiedene Eigenschaften in die Kapsel wie Wärmeleitfähigkeit (zur Abführung der entstehenden Wärme), Absorptionsvermögen etc eingearbeitet sein.

25

Die Verkapselung ist in jedem Fall mechanisch in gewissen Grenzen stabil und aus einem gegen Umwelteinflüsse wie Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff dichtem Material.

30

Die Verkapselung wird bevorzugt mit dem Substrat zumindest einmal verklebt, so dass im Grunde ein fertig verkapseltes organisches elektronisches Bauteil vorliegt, das dann gemäß der Erfindung, beispielsweise an den Schwachstellen der Verkapselung wie dem Übergang von der Verkapselung zum Substrat, zusätzlich durch Aufbringen des Schutzfilms geschützt und versiegelt wird.

35

Die zusätzliche Versiegelung durch Überzug mit einem Schutzfilm kann entweder nur an den Schwachstellen der Verkapselung stattfinden oder bevorzugt auf der gesamten Außenseite des Bauteils, so dass das verkapselte Bauteil noch komplett mit
5 einem thin-barrier-film-Schutzfilm überzogen wird.

Der Schutzfilm umfasst bevorzugt zu einen "thin barrier film" (dünnen Barrierefilm) wie er aus der Technik zur Versiegelung bekannt ist. Diese Filme zeichnen sich vor allem durch extrem
10 niedrige Permeationsraten aus, und verringern dadurch das Eindringen von Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff dramatisch. Der Schutzfilm kann aus organischem oder anorganischem Material sein, ist also hinsichtlich des Materials nicht festgelegt. Gegebenenfalls kann dem Schutzfilm, ähnlich wie in der Verkapselung, durch Zugabe eines geeigneten Füllstoffs ein bestimmtes Eigenschaftsprofil (Wärmeleitfähigkeit, Farbe, absorbierende Eigenschaften etc.) gegeben werden.
15

20 Die Gruppe der thin-barrier films umfasst sowohl anorganische Materialien wie auch organische Materialien. Sie kennzeichnen sich durch, für ihre Klasse, niedrige Permeationsraten, auch bei Ausführungen als dünne Schichten (Schichtdicke unter 1 mm).

25 Diese Filme können, müssen aber nicht notwendigerweise mehrere Schichten umfassen.

Die Klasse der anorganischen Schichten umfasst, nicht exklusiv, die Materialien der Metalloxide, Metallnitride, Metalloxinitride, Siliziumverbindungen und jegliche andere Form keramischer Verbindungen.
30

Die Klasse der organischen Materialien umfasst in diesem Sinne, aber nicht exklusiv, organische Verbindungen, bevorzugt polymere Verbindungen, wie u.a. Parylene, Fluorkohlenwasserstoffe, Acrylate, Polyesterverbindungen und dergleichen.
35

Wenn der Schutzfilm mehrere Schichten oder Lagen umfasst, können organische und anorganische Schichten in beliebiger Reihenfolge angeordnet sein. Die organischen und/oder anorganischen Lagen können durch bekannte Techniken aufeinander abgeschieden werden, aufeinander laminiert werden oder in anderen Verfahren als eingeständiger Film über die zu beschichteten Flächen gebracht werden. Bevorzugt wird für den Schutzfilm ein Material eingesetzt, das zumindest gegenüber Feuchte und/oder Sauerstoff eine bessere Isolierwirkung hat als es die herkömmlich verwendeten Kleber (auch wenn sie mit Absorbens gefüllt sind) bei der Verkapselung bieten.

Die Dicke eines Schutzfilms kann variieren, von ungefähr 1 nm bis zu 500 μm . Bevorzugt liegt die Dicke des Schutzfilms im Falle von anorganischen Filmen in einem Bereich von 1 nm bis 10 μm insbesondere 5 nm bis 1 μm , bei organischen Filmen im Bereich von 500 nm bis 100 μm insbesondere von 1 μm bis 50 μm .

Der Schutzfilm kann mittels verschiedener Techniken aufgebracht oder abgeschieden werden, beispielhaft genannt seien folgende Methoden: Chemische Dampfabcheidung (Chemical Vapor Deposition), physikalische Dampfabcheidung (Physical Vapor Deposition), nasschemische Abscheidung, wie Aufschleudertechniken (spin-coating), Beschichtung durch Eintauchen (Dip-Coating), Beschichten durch Auftropfen (drop coating), Drucktechniken wie Schablonendruck, Rakeldruck, Siebdruck, Ink-Jet Verfahren, Aufsprühen, Plasma Beschichtungsmethoden, Plasma Polymerisationsmethoden, Laminierungsprozesse, Heißversiegelung, Transfer Techniken, (Wie Thermo Transfer), Schweißverfahren und Spritzguss.

Nach einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Bauteil während der Abscheidung in einer Hochvakuumkammer.

Nach einer anderen Ausführungsform ist das Bauteil während der Abscheidung zwar unter reduziertem Druck aber nicht im Hochvakuum.

- 5 Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird das Material des thin barrier film-Schutzfilms so gewählt, dass es über chemische Dampfabcheidung (CVD Chemical Vapor Deposition) aufbringbar ist. Wegen der geringen Ausrichtung der Moleküle bei der CVD ist es mit dieser Methode möglich, einen dreidimensi-
- 10 onalen Schutzfilmüberzug quasi beliebiger Form, also auch komplett an das zu überziehende verkapselte Bauteil angepasst, herzustellen.

- Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens zielt
- 15 darauf ab, dass die thermische Belastung des Bauteils minimiert wird. Dazu wird ein Material für zumindest eine anorganische Schicht des Schutzfilms so gewählt, dass eine CVD Beschichtung, beispielsweise Plasma unterstützt, bei so niedrigen Temperaturen wie kleiner 300°C im besonderen kleiner
- 20 100°C durchgeführt werden kann, um die Funktionalität des Bauteils nicht zu beeinträchtigen und Auswirkungen der thermischen Ausdehnung zu minimieren. Ein dafür passendes Material ist Silizium-Nitrid.

- 25 Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird das organische Material für die Schichtenbildung eines thin barrier film-Schutzfilms so gewählt, so dass eine CVD-Beschichtung oder eine Plasma-Polymerisation durchgeführt werden kann. Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass der
- 30 Film schnell fertig ist und eine formgetreue Beschichtung des Objekts liefert. Ein dafür passendes Material ist Parylene. Die Gruppe der Parylene umfasst unter anderem die Modifikationen des Parylenes N, C, D, und F. Alle unterscheiden sich durch die Substituenten an einem Kohlenstoff Sechsering, der
- 35 beidseitig mit einer CH₂-Gruppe verbunden ist. Bei N sind keine Substituenten vorhanden, C besitzt ein Chlor, D zwei Chlor und F ein Fluor. Im Besonderen erscheint die Beschich-

tung mit Parylene C aufgrund der bekannten besten Feuchtigkeitssperre als bevorzugt.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst der
5 thin barrier film-Schutzfilm mit dem das verkapselte Bauteil
überzogen wird, zumindest eine Schicht aus organischem
und/oder eine aus anorganischem Material. Dabei sind bei-
spielsweise organische und anorganische Schichten abwechselnd
aufgebracht.

10 Nach einer Ausführungsform erfolgt die Kontaktierung des Bau-
elements mit unter anderem einem Anschlusskabel, dass das or-
ganische elektronische Bauteil mit einer externen Ansteue-
rungs- oder Ausleseelektronik oder einer sonstigen Verbindung
15 (Erdung) in Kontakt bringt, vor der Aufbringung des thin bar-
rier film-Schutzfilms.

Im folgenden wird die Erfindung noch anhand eines Ausfüh-
rungsbeispiels näher erläutert:

20 Die Figur zeigt einen Querschnitt durch ein verkapseltes und
nach der vorliegenden Erfindung mit Schutzfilm überzogenes
organisches elektronisches Bauteil.

25 Zu erkennen ist das Substrat 1, auf dem das Bauteil angeord-
net ist. Darauf ist das Bauteil 3, verschiedene aktive
Schichten umfassend und die Verkapselung 5, die mit dem Kle-
ber 4 auf dem Substrat 1 befestigt ist, zu sehen. Über der
Verkapselung 5 befindet sich der Schutzfilm 2, der auch noch
30 Teile des Substrats 1 bedeckt.

Durch die Erfindung wird erstmals eine Verkapselung mit hoher
Dichte offenbart, die die bisher bekannten Techniken der Ver-
kapselung um weites übertreffen, weil eine Schwachstelle der
35 Verkapselung wie beispielsweise der Übergang von der Kapsel
auf das Substrat oder das gesamte elektronische Bauteil mit
einem Schutzfilm überzogen wird.

Patentansprüche

1. Verkapselung für ein elektronisches organisches Bauteil, dadurch gekennzeichnet, dass das mit einer formstabilen Kapsel verkapselte Bauteil zumindest teilweise mit einem Schutzfilm überzogen ist.
2. Verkapselung nach Anspruch 1, wobei die formstabile Kapsel mit dem Substrat verklebt ist.
3. Verkapselung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die gesamte Außenseite des Bauteils mit einem Schutzfilm überzogen ist.
4. Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schutzfilm zumindest einen thin-barrier-film umfasst.
5. Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schutzfilm eine Schicht aus Silizium-Nitrid umfasst.
6. Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schutzfilm eine Schicht aus Parylene C umfasst.
7. Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Schutzfilm eine Dicke im Bereich von 1 nm bis 500 µm hat.
8. Verfahren zur Herstellung einer Verkapselung, wobei ein organisches elektronisches Bauteil auf einem Substrat zunächst mit einer Kapsel abgedeckt wird, die Kapsel dann auf dem Substrat fixiert wird und danach das verkapselte Bauteil zumindest zum Teil mit einem Schutzfilm überzogen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Kapsel auf dem Substrat angeklebt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei der Schutzfilm auf das verkapselte Bauteil mit einer Methode,

ausgewählt aus der Gruppe folgende Methoden umfassend, aufgebracht wird:

Chemische Dampfabcheidung (Chemical Vapor Deposition), physikalische Dampfabcheidung (Physical Vapor Deposition),
5 nasschemische Abscheidung, wie Aufschleudertechniken (spin-coating), Beschichtung durch Eintauchen (Dip-Coating), Beschichten durch Auftropfen (drop coating), Drucktechniken wie Schablonendruck, Rakeldruck, Siebdruck, Ink-Jet Verfahren, Aufsprühen, Plasma Beschichtungsmethoden, Plasma Polymerisationsmethoden, Laminierungsprozesse, Heißversiegelung, Transfer Techniken, (Wie Thermo Transfer), Schweißverfahren und
10 Spritzguss.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die
15 Aufbringung des Schutzfilms zumindest zum Teil unter reduziertem Druck stattfindet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die
20 Aufbringung des Schutzfilms zumindest zum Teil im Hochvakuum stattfindet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei der
Schutzfilm zumindest zum Teil über chemische Dampfabcheidung
25 stattfindet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die chemische Dampfabcheidung Plasma unterstützt durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei die
30 Kontaktierung des Bauelements mit unter anderem einem Anschlusskabel, dass das organische elektronische Bauteil mit einer externen Ansteuerungs- oder Ausleseelektronik und/oder einer sonstigen Verbindung (Erdung) in Kontakt bringt, vor der Aufbringung des thin barrier film-Schutzfilms erfolgt.

35

15. Verwendung einer Verkapselung nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Schutz von organischen elektronischen Bauteilen, wie organischen Leuchtdioden, Polymerchips und/oder organischen photovoltaischen und/oder elektrochromen Elementen
- 5 und/oder Displayanwendungen auf organischer Basis.

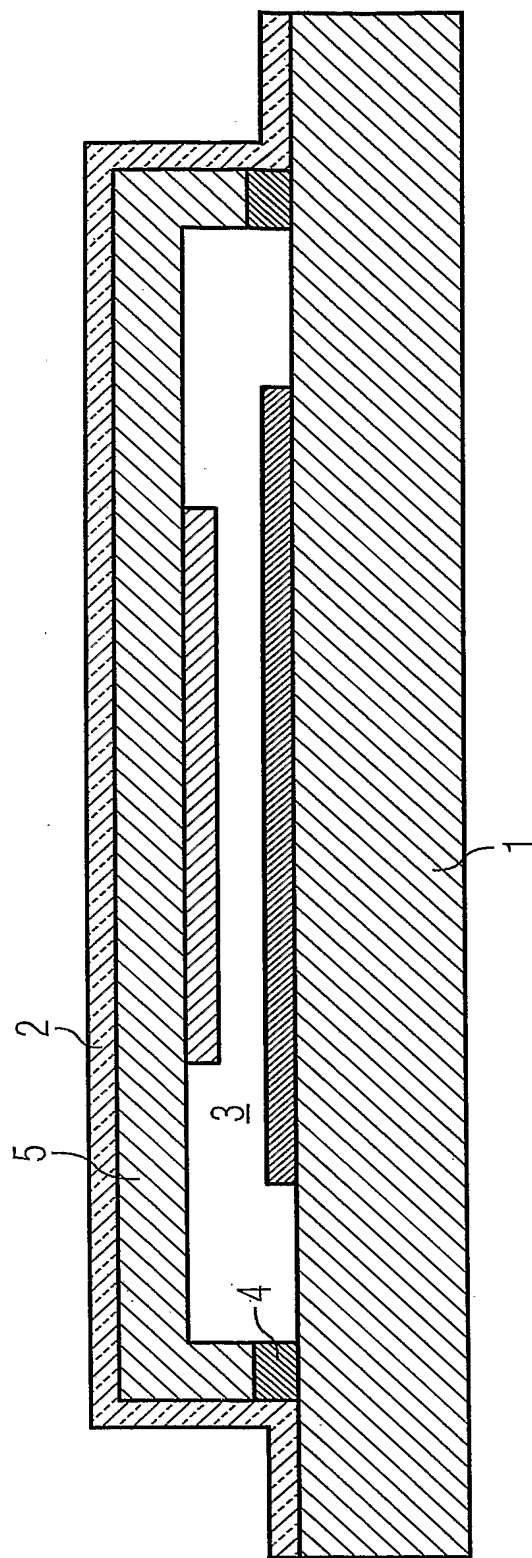


FIG. 1